

Željko Jakopović, Dubravka Despoja,
Erika Tušek Vrhovec, Ivica Buljan

OTKRIVAMO FIZIKU 7

priručnik za učitelje uz udžbenik fizike
za sedmi razred osnovne škole



Izdavač

Školska knjiga, d. d.

Zagreb, Masarykova 28

Za izdavača

dr. sc. Ante Žužul

Direktorica školskog programa

Matilda Bulić

Glavna urednica

Jelena Lončarić

Urednik

Tomislav Dumančić

Naslovnica

Krešimir Serdarušić

Naslov nije lektoriran.

©ŠKOLSKA KNJIGA, d. d., Zagreb, 2019.

Nijedan dio ove knjige ne smije se umnožavati,

Fotokopirati ni na bilo koji način reproducirati

bez nakladnikova pisanog dopuštenja.

Sadržaj

Predgovor

Temeljne ideje i načela izvođenja kurikuluma za nastavni predmet Fizika

(dr. sc. Željko Jakopović)

Vrednovanje ostvarenosti odgojno-obrazovnih ishoda

Suvremeni pristup učenju i nastavi (Ivica Buljan)

Predgovor

Poštovane učiteljice i učitelji,

Zahvaljujemo što ste prepoznali Školsku knjigu kao pouzdanog partnera s kojim ćete na suvremen način poučavati i odgajati nove naraštaje naših učenika. S obzirom na profesionalnu slobodu koja je dana učiteljima i nastavnicima uvođenjem Kurikuluma nastavnog predmeta Fizika (Narodne novine 10/2019) u stvaranju Godišnjih izvedbenih kurikuluma (GIK) i nastavničkih priprema želja nam je podijeliti dio odgovornosti s vama. Slijedom toga razvojnoga procesa i u skladu s Kurikulumom nastavnog predmeta Fizika, priređeni su novi udžbenici i uz njih priručnici za učitelje. Stoga se nadamo da će i ovaj priručnik biti koristan svim učiteljima koji su se opredijelili za istraživačku i problemski usmjerenu nastavu te da će, zajedno s novim udžbenikom, potaknuti ideje i daljnja samostalna istraživanja učitelja i učenika u nastavnome procesu.

Želimo naglasiti da opisani prijedlozi i postupci mogu biti samo jedan od poticaja kako izvoditi nastavu ili u kojem pravcu razmišljati prilikom pripremanja nastave, ali nikako ne smiju biti zamišljeni kao isključivo jedini oblik nastave. Naše ideje temelje se na jednostavnosti u formalnom zapisu poput nastavničkih priprema ili GIK-ova, ali uz uvjet preciznog zadovoljenja didaktičkih temelja. Želja nam je motivirati učitelje na razmišljanje i za provedbu višeslojne nastave primjerene različitim željama i mogućnostima učenike.

O udžbeniku i radnoj bilježnici

Ovaj je priručnik namijenjen učiteljima koji nastavu u sedmom razredu osnovne škole izvode prema udžbeniku OTKRIVAMO FIZIKU 7 autora Sonje Prelovšek Peroš, Branke Milotić i Ivce Avianija. Udžbenik čini sadržajnu i didaktičko-metodičku cjelinu s radnom bilježnicom autora Ivce Buljana, Dubravke Despoje i Erike Tušek Vrhovec.

Udžbenik je utemeljen prema načelima problemski orijentirane nastave te potiče samostalno istraživanje i učenje otkrivanjem. Pojmovi se konstruiraju ukazujući kako čovjek razmišlja o svijetu kojemu pripada, kako stvara nove pojmove, kako tvori jezik i znanje kojim objašnjava, predviđa i odlučuje.

Uvodnim pitanjima aktualizira se učeničko iskustvo i znanje stečeno u životnoj sredini i u školi, ili se izvodi *uvodni pokus* u nakani da se u učenika stvori spoznajna napetost koja će dovesti do formulacije problema. Učenici se upućuju kako bi probleme istražili izvođenjem pokusa.

Tekst u udžbeniku potiče na raspravu, kreiranje pretpostavki i traženje rješenja. Nizom međukoraka, popraćenih heurističkim pitanjima, raščlanjuje se problem sve dok učenici ne dokuče rješenja, pronađu zakonitosti ili otkriju nove načine gledanja poznatih pojava. Time ih se poučava sintezi. Sadržaji se nude tako da potiču spoznajne procese koje valja razvijati.

Udžbenik je primjeren za samostalan učenički rad, a jednako je koristan učitelju jer ga potiče na kreativan pristup nastavi npr. prema modelu problemske i istraživačke nastave. Razvedenost teksta može pomoći učitelju u organiziranju nastave. U takvome problemskom pristupu, logički se dopunjuju pitanja.

Veće tematske cjeline završavaju sažetcima s naslovom ŠTO SMO NAUČILI, a stečeno znanje učenici mogu na kraju tematske cjeline pro vjeriti s pomoću pitanja i zadataka pod naslovom RAZMISLITE.

Odgovori na ta pitanja traže mnogo više od doslovne reprodukcije znanja pa ona otvaraju put do više razine znanja.

Didaktičko-metodičku cjelinu s udžbenikom čini i radna bilježnica. Ona je oslonac pri strukturiranju, produbljivanju, ponavljanju, uvježbavanju i primjeni novih znanja, novih pojmova, zakona i postupaka. Pitanja i zadatci omogućuju sintezu sadržaja i postupaka, koja je temelj vježbanju, pamćenju, daljnjem učenju. Za neke sadržaje naći ćete u radnoj bilježnici predložak za otvaranje i rješavanje problemske situacije. To su primjeri kako se pitanjima može voditi rasprava pri otvaranju, rješavanju problemske situacije kao i donošenju pripadnog zaključka.

Priručnik sadržava glavne odrednice suvremenoga pristupa nastavi fizike i neka provjerena metodička rješenja, koja omogućuju da se ostvare ciljevi i zadaće Kurikuluma nastavnog predmeta Fizika.

Priručnici sa svim potrebnim materijalima za pomoć učiteljima u poučavanju nalaze se u digitalnoj podršci za učitelje na adresi www.e-sfera.hr.

Kako motivirati učenike da ostvare svoj maksimum u razredima s dvadeset i više učenika?

U Kurikulumu najviše dolazi do izražaja načelo diferencijacije. U takvoj situaciji, ne možemo pripremati nastavu tako da nudimo jednake sadržaje s jednakim zahtjevima za sve učenike pa koliko tko može ponijeti, nego upravo suprotno; dati svakome UČENIKU onoliko koliko može ponijeti, a da se pri tome osjeća zadovoljno. Na kraju razreda pobjednik je svaki učenik koji je ostvario ishode na zadovoljavajućoj razini, kao i onaj na iznimnoj ako je to maksimum koji taj učenik može i želi postići.

A kako onda trebamo poučavati Kurikulum u svojim učionicama?

Naš je prijedlog pripremati raznovrsne sadržaje na različitim razinama zahtjevnosti.

Na samom početku sata treba pomoću pokusa ili IKT tehnologije ispitati tri do četiri teze koje pomažu učitelju da formira grupe koje razmišljaju podjednako. Oni koji već znaju točno pretvarati mjerne jedinice, ne trebaju pretvarati mjerne jedinice kao i oni učenici koji ih ne znaju, već trebaju istraživati neku drugu situaciju pomoću IKT-a poput kako se mjere velike udaljenosti u astronomiji i zašto; ili što je godina svjetlosti i što nam to znači. Učenici trebaju raditi/istraživati/učiti što više samostalno, u paru ili u homogenoj grupi tako da si međusobno pomažu. Što znači homogena grupa? Grupa koju čine učenici koji slično razmišljaju, imaju

relativno jednako predznanje kako bi rješavali one problemske, konceptualne ili numeričke zadatke sličnih zahtjeva i pri tome se razvijali više nego da frontalno slušaju ono što već znaju i pri tome se kognitivno nedovoljno razvijaju. Ako će se učitelj posvetiti svim učenicima jednako, što najčešće znači da kad nekolicina učenika ne razumije sadržaje, bolji učenici koji su neke sadržaje naučili sami ili na neki drugi način npr. izvan škole, ne mogu postići svoj maksimum. Rasprava kolega učitelja i nastavnika iz eksperimentalne provedbe kurikuluma u 2018./19 godini na XIV. hrvatskom simpoziju za nastavu fizike u Zadru 2019. godine ukazala je na smanjenje broja izvrsnih učenika na račun povećanja broja dobrih učenika. Preporuka je za svakog učitelja da nastoji detektirati izvrsne učenike te da im pomogne da idu dalje prema višim ciljevima.

Primjerice, učenici koji ne razumiju nacrtati s - t graf, trebaju učiti na različitim situacijama upravo konstruiranje točaka u s - t grafu uz dovoljno domaćih zadataka, a drugi učenici koji razumiju grafičke prikaze gibanja trebaju što više istraživati životne situacije koje se upravo mogu grafički prikazati radi donošenja zaključka. Svakom učeniku trebalo bi pristupiti što je moguće individualnije odnosno trebalo bi pripremati nastavu na barem dvije razine;

a) za one koji uče temeljne pojmove jer ih u dosadašnjem školovanju nisu dovoljno razumjeli i

b) za one koji gotovo samostalno istražuju pojave i rješavaju probleme.

Međutim, ova fiktivna podjela ne smije biti stroga, niti barijera u našim glavama. I onim učenicima koji ne žele ili ne mogu, UVIJEK treba ponuditi nešto više sadržaja i nešto veće zahtjeve jer nikad se ne zna kad će učenik preskočiti letvicu i prijeći na višu razinu. Dakle, naglasak je upravo na individualnom razvoju učenika i propusnosti kroz vlastitu kognitivnu mrežu. Primjerice, neki se učenik može pola godine mučiti s grafičkim prikazima jer ih ne razumije, ali jednom kad mu se otvore kanali razumijevanja, može preskočiti i one najbolje učenike ako je dovoljno uporan i vrijedan. Zato je izuzetno važno motivirati učenike na stjecanje radnih navika, pisanje domaćih zadataka s razumijevanjem i istraživanje životnih situacija. Učenicima treba omogućiti da napreduju svojim tempom. S druge strane, učenicima treba biti potpuno jasno (ili im učitelj treba razjasniti) da učeći, vježbajući i ponavljajući temeljne pojmove ne mogu očekivati ocjene poput vrlo dobar i izvrstan, ali ako jednom požele dostići razinu visokih ocjena trebaju uložiti još malo truda u promišljanje, vježbanje i učenje kako bi počeli rješavati problemske situacije sa primjenom barem dva koncepta. Učenicima uvijek treba ponuditi raznovrsne načine učenja, od rješavanja konceptualnih i numeričkih zadataka, izvođenja pokusa, rješavanja kvizova, rješavanja jednostavnijih i složenijih problema kako bi se upravo pronašli u različitosti pristupa u učenju fizike.

Važno je učenicima pristupati afirmativno i što češće im davati povratnu informaciju (vrednovanje kao učenje i vrednovanje za učenje). Takve povratne informacije mogu se upisivati u bilješke o praćenju u e-imenik. S bilješkama ne treba pretjerivati kao niti s formativnim praćenjem napretka učenika što znači da se učenike ne smije svaki sat izlagati ispitivanju. Zamislite kako je učeniku kojeg bi svaki sat na svakom predmetu svaki učitelj ispitivao! Kao i do sada, važno je razgovarati s učenicima, učiti iz njihovih odgovora i sudjelovati u njihovoj cjelovitoj pripremi za život.

Vrednovanje postignuća učenika započinje praćenjem ponašanja i izricanja odgovora, a završava provjeravanjem i ocjenjivanjem. Vrednovanje znanje je puno širi pojam od pojma provjeravanja istog. Dobro je da je svaka ocjena rezultat vrednovanja, a ne samo provjeravanja što je nerijetko do sad bio slučaj u praksi.

U Fizici su tri elementa vrednovanja:

- Znanje i vještine
- Konceptualni i numerički zadaci
- Istraživanje fizičkih pojava

Izazov ovih elemenata vrednovanja je upravo u njihovoj različitosti. Neki će učenici izvrsno rješavati numeričke zadatke, drugi konceptualne, a treći će pak biti izvrsni u istraživanju fizičkih pojava, a ljepota je učiteljskog poziva pri ocjenjivanju upravo što svaki element jednako doprinosi ukupnoj ocjeni. Stoga se mogu dogoditi situacije da je učenik u jednom elementu izvrstan, a u drugom prosječan. Ne smijemo naglašavati važnost jednog elementa vrednovanja jer navedeni elementi vrednovanja u jednakim postotcima doprinose zaključnoj ocjeni.

Pisanim se putem najčešće se ocjenjuju prva dva elementa. U prvom elementu ocjenjuje se razumijevanje fizičkih koncepata i pripadna primjena u opisu fizičkih pojava, zakona i teorija, a u drugom primjena fizičkih koncepata u svim tipovima zadataka. Dok pitanja i zadaci za prvi element trebaju biti uopćena, za drugi pitanja i zadaci trebaju biti što realniji i bliskiji životnim situacijama.

Treći element bi trebalo formativno vrednovati. Izuzetno je važno naglasiti da ako ovo vrednovanje rezultira ocjenom, ocjena treba biti poticajna. U slučaju sumativnog vrednovanja, učenici bi trebali biti u stanju samostalno izvesti pokus i analizirati rezultate mjerenja ili ovisno o situaciji u razredima samo analizirati rezultate nekog prijašnjeg mjerenja.

Cilj je da učenici ostvare odgojno-obrazovne ishode, a na učiteljima je da prepoznaju na kojoj je razini pojedini učenik kako bi mogli što više individualizirati i diferencirati nastavu, što npr. može značiti pripremiti pokuse s različitim zahtjevima kako bi svaki učenik postigao svoj maksimum.

Najveće postignuće učenika može se smatrati kad učenik evaluiira rezultat problemskih zadataka, analizira rezultate mjerenja i donosi zaključke na temelju eksperimenta, mijenja svoje stavove i vrijednosti na temelju viđenoga u pokusima. To našim vrijednim učenicima treba omogućiti.

Školska knjiga je zajedno sa svojim autorskim i uredničkim stručnim timom pripremila brojne materijale koji će vam u tome pomoći.

Svi učitelji koji su odabrali udžbenike Školske knjige za rad u nastavi u sljedećoj školskoj godini, članovi su 5+Kluba. Pristupnicu možete ispuniti na internetskoj stranici www.skolskiportal.hr ili ju zatražiti od promotora Školske knjige.

Želimo vam puno uspjeha i najviše osobnog zadovoljstva u radu!

Temeljne ideje i načela izvođenja kurikuluma za nastavni predmet Fizika

(dr. sc. Željko Jakopović)

Predmetni se kurikulum fizike oslanja na tri glavna određenja prirodosnanstvene pismenosti učenika: **uporabi znanstvenih koncepata, djelovanju u skladu s razumijevanjem znanstvenih procesa i rješavanju problema u svakidašnjim životnim situacijama znanstvenim pristupom.** Navedena su određenja operacionalizirana u odgojno-obrazovnim ishodima **usvajanja fizičkih koncepata, stjecanja vještina istraživanja fizičkih pojava i razvijanja kompetencija rješavanja fizičkih problema.** Odgojno-obrazovni ishodi razrađeni su postupno i primjereno dobi učenika na pojedinim razinama odgoja i obrazovanja na ključnim konceptima-domenama: Struktura tvari, Međudjelovanje, Gibanje i Energija.

Predmetni je kurikulum fizike razvijen kao spiralno-uzlazni kurikulum¹, cjelovit i povezan od sedmog razreda osnovnoškolskoga odgoja i obrazovanja do drugog, odnosno četvrtog razreda gimnazije. Pretpostavlja postupno izgrađivanje fizičkih koncepata te razvijanje vještina istraživanja i rješavanja problema od jednostavnih pri početnom učenju fizike u osnovnoj školi do složenih u posljednjim godinama učenja fizike u gimnazijama. Slabosti ishodovno usmjerenog kurikuluma prema krajnjem rezultatu prevladava, u fizici važnim, procesnim ishodima istraživanja fizičkih pojava i rješavanja fizičkih problema kojima se ostvaruju konceptualni ishodi.

Ključna je razlika predmetnoga kurikuluma fizike u odnosu na dosadašnje nastavne planove i programe fizike što kurikulum inzistira na učeničkoj postepenoj izgradnji i usvajanju fizičkih koncepata u procesu istraživanja fizičkih pojava i rješavanja fizičkih problema. Odgojno-obrazovni ishodi razrađeni su na specifične konceptualne ishode te opće ishode koji se odnose na vještine istraživanja pojava i razvijanje kompetencija rješavanja problema. Specifični konceptualni ishodi određuju kako i na kojoj razini učenici trebaju pokazati da su usvojili fizičke pojmove, zakonitosti, načela, modele i teorije. Opće ishode, koji se odnose na razvijanje kompetencije rješavanja problema i stjecanje vještina istraživanja pojava, učenici ostvaruju u procesu učenja i izgrađivanja svakoga specifičnog konceptualnog ishoda. Istraživanjem fizičkih pojava učenici izgrađuju konceptualne ishode, a zatim primjenjuju usvojena znanja i vještine u rješavanju fizičkih problema i zadataka. Stoga su istraživanje fizičkih pojava i rješavanje fizičkih problema, kao dva posljednja ishoda u svakom razredu kurikuluma, dio svih ostalih konceptualnih ishoda i pretpostavljaju njihovo ostvarivanje. To se očituje, između ostalog, **u obvezi ostvarivanja najmanje pet učeničkih eksperimentalnih istraživanja po razredu.** Redoslijed ostvarivanja odgojno-obrazovnih ishoda unutar pojedinoga razreda nije obvezan, a diferenciranom pristupu ostvarivanju ishoda pridonose i posebno označeni izborni ishodi.

Važnost stjecanja vještina istraživanja i rješavanja problema u izgradnji fizičkih koncepata

Rješavanje fizičkih problema je važan kognitivni i metakognitivni proces pa ovladavanje tim procesom smatramo ključnom kompetencijom. Objedinjuje motivaciju za rješavanje problema,

¹ Jakopović, Ž. (2015), *Kurikulum i nastava fizike*, Školska knjiga, Zagreb

znanja iz fizike i vještine: identificiranja ciljeva i planiranja koraka do rezultata, razmišljanja i učenja na načelima fizike, idealizacije, aproksimacije, prikazivanja crtežima i tablicama, crtanja grafičkih prikaza, opisivanja matematikom, oblikovanja odgovora i vrednovanja rješenja te metakognitivne vještine upravljanja i nadziranja rješavanja problema. Rješavanje fizičkih problema zahtjeva prije svega motivaciju za prolaženje kroz teškoće pri rješavanju problema. Zatim teorijsko znanje iz područja problema i iskustvo za njegovu uporabu te vještine učenja za stjecanje novoga znanja i vještine razmišljanja za uporabu u rješavanju problema. U sklopu su toga vrlo važne vještine redukcionizma za logično rastavljanje problema na dijelove i komunikacijske vještine za uporabu izvora znanja i koordinaciju ili vođenje pri timskom radu.

Pri rješavanju fizičkih problema učenik razvija opće logičke vještine kao baze za razmišljanje. Logičke i ostale opće vještine razmišljanja postoje izvan konteksta pojedinačne aktivnosti, sadržaja i značenja u kojem se primjenjuju pa su primjenjive u svim kontekstima i na svim problemima. Međutim, osim logičkih i ostalih općih vještina razmišljanja, za rješavanje fizičkih problema još je važnije znanje, iskustvo i poznavanje što širega konteksta situacije u specifičnom području fizike u kojem se rješava problem. Prepoznavanje fizičke situacije omogućuje odluku o primjeni mentalnih oruđa i predodžbu kako treba izgledati rješenje problema.

Vrhunac razvoja kompetencije rješavanja fizičkih problema obilježava ovladavanje metakognitivnim vještinama. Metakognitivne vještine određuju učeničko razumijevanje i kontrolu procesa njegove spoznaje i uključuju praćenje spoznajnog procesa sve do ostvarenja učeničkog postignuća. Mnogi istraživači metakognitivnoga područja smatraju stjecanje metakognitivnih vještina jednim od glavnih ciljeva formalnog obrazovanja jer su ključne za cjeloživotno učenje.

Jedan od načina rješavanja fizičkih problema pri učenju i poučavanju u nastavi fizike je istraživanje fizičkih pojava. Istraživački problemi često zahtijevaju pokus kojim se dokazuje ili opovrgava pretpostavka. Istraživanje fizičkih pojava podrazumijeva manje ili više samostalni učenički rad na **planiranju istraživanja, izvođenju istraživanja (pokus i mjerenje) i bilježenju podataka, obradi i interpretaciji podataka te vrednovanju rezultata i postupka**². Istraživanjem pojava učenik povezuje konceptualno i proceduralno znanje, stječe specifične istraživačke vještine i vještine samostalnoga učenja pa se ostvaruje važan cilj suvremenog obrazovanja: *učiti kako učiti*.

Učenik na početku učenja istraživanjem prikuplja iskustva uz pomoć učitelja/nastavnika, a kasnije postaje sve samostalniji u učenju. Učenje je samostalna mentalna aktivnost pa se očekuje od učitelja/nastavnika organizaciju interaktivnog ozračja istraživanja u kojoj će učenici moći optimalno samostalno istraživati, kritički propitkivati, raspravljati i nastojati složiti detalje istraživanja u smislenu cjelinu. To podrazumijeva učenički rad u grupama ili paru s otvorenom raspravom i dijalogom između svih sudionika nastave. Postepeno stjecanje vještina istraživanja i rješavanja problema, kao svojevrsnih alata, učeniku omogućuje izgradnju fizičkih koncepata i

²Jakopović, Ž. (2003), *Učenje istraživanjem u nastavi fizike*, Zbornik Šestog hrvatskog simpozija o nastavi fizike, urednici S. Knežević i M. Buljubašić, Split, HFD, 124-130.

proširivanje njihovog konteksta. Učeničko istraživanje izvođenjem pokusa ostavlja „motoričke tragove pamćenja“ koji su bitna podloga za apstraktno mišljenje³.

Problemska nastavna strategija i metoda istraživanja fizičkih pojava

Standardna kognitivna razina, na kojoj se očekuju ishodi svih učenika, jest razumijevanje fizičkih koncepata. Ostvarivanje ishoda na razini razumijevanja u programima prirodnih znanosti omogućuje dovoljno opće obrazovanje u području prirodnih znanosti za učenike koji neće nastaviti obrazovanje u tom području, ali je i neophodna osnova, uz učenička postignuća na višim razinama, za specijalističko obrazovanje u području prirodnih znanosti, u području tehnike i tehnologije, u medicini te u ostalim primijenjenim znanostima koje se oslanjaju na fiziku.

Koncepti u fizici su fizički pojmovi, načela, zakonitosti, modeli i teorije. Mogu se prikazati riječima, grafičkim prikazom, shemom i matematičkim izrazom. Premda se neki fizički koncepti, kao što je masa ili električni naboj, čine jednostavni, smatramo ih teškima za učenje i poučavanje jer prije formalnog učenja učenici stvaraju naivni pogled na njih koji je vrlo čvrsto usađen u njihovo razmišljanje. Te se naivne ili intuitivne učeničke ideje o fizičkim konceptima, koje se ne uklapaju u znanstveni kontekst, zovu **pretkonceptije**. Osobne učeničke pretkonceptije mijenjaju se i razvijaju tijekom vremena, ali su takve intuitivne ideje duboko ukorijenjene u svijest pa su vrlo otporne na promjene. Nakon formalnog učenja fizike učenici mogu ostati na gotovo nepromijenjenim intuitivnim idejama ili alternativnim idejama koje su kombinacija intuitivnih i znanstvenih ideja, ali su neprihvatljive sa znanstvenog stajališta. Takve pogrešne konceptije nazivaju se **miskonceptijama**.

Konceptualna promjena u učenju fizike proces je koji učenik prolazi od pretkonceptije (miskonceptije) do znanstvenog razumijevanja koncepta, na primjer do razumijevanja kako toplina prelazi s toplijeg tijela na hladnije. Učenik pritom izgrađuje koherentnu mentalnu prezentaciju od nerazumijevanja do razumijevanja, koja objašnjava kako pojava funkcionira. To je za njih temeljni proces smislenoga učenja. Prije procesa konceptualne promjene (učenja) potrebno je odrediti inicijalno znanje učenika, odnosno procijeniti konceptualno stanje utvrđivanjem pretkonceptija (miskonceptija). Stečeno je znanje, pa i pretkonceptija (miskonceptija), oboje, prepreka i temelj konceptualne promjene jer promjena uključuje učenikovu reorganizaciju postojećih dijelova znanja i izgradnju koherentnoga i upotrebljivoga znanja. Razumijevanje koncepata može biti od površnoga do dubokog razumijevanja. Duboko razumijevanje znači da su koncepti dobro prikazani i dobro međusobno povezani.

Glavna je ideja problemske nastavne strategije učenja i poučavanja razvijati metodološke alate, odnosno kognitivne i metakognitivne vještine rješavanja problema i istraživanja pojava, za izgradnju konceptualnog i proceduralnog znanja. Učenici stječu vještine rješavanja fizičkih problema na razini strategije učenja i na razini rješavanja tematski specifičnih zadataka. Osim stjecanja vještina i znanja, usvajaju vrijednosti prirodoznanstvenoga pristupa u profesionalnom i privatnom životu. Priroda znanstvene discipline fizike, koju čini nerazdvojivost metodologije i

³ Spitzer, M. (2018), *Digitalna demencija*, Naklada Ljevak, Zagreb

sadržaja, omogućuje ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda na temama iz fizike metodologijom rješavanja fizičkih problema. Problemska je nastavna strategija zapravo skraćena, pojednostavnjena i prilagođena metodologija znanstvenog istraživanja pri učenju, pa učenici, osim ostvarivanja odgojno-obrazovnih ishoda povezanih s konkretnom temom, istodobno stječu njima primjerene vještine znanstvenog istraživanja, odnosno generičke vještine iz područja *učiti kako učiti*.

Problemsku nastavnu strategiju s metodom istraživanja fizičkih pojava u ostvarivanju učeničke konceptualne promjene čine sljedeće etape:

1. Upoznavanje pojave – otvaranje problema (iniciranje pretkonceptcija - miskoncepcija)
2. Postavljanje glavnih pretpostavki za rješenje problema (fokusiranje na konceptualni kontekst)
3. Provjera pretpostavki istraživanjem fizičke pojave (suprotstavljanje ideja)
4. Izgradnja i vrednovanje modela (razvoj i primjena novog modela).

Upoznavanje pojave – otvaranje problema (iniciranje miskoncepcija) može se potaknuti primjerima iz svakodnevnice, kvalitativnim konceptualnim zadatkom (kratkim konceptualnim ispitom) i naznakom fizikalne pojave u demonstracijskim ili *istraživačkim pokusima*. Taj dio nastavnog procesa uvodi učenike u problem koji trebaju riješiti, usmjerava ih prema odgojno-obrazovnim ishodima i potiče da se oslanjaju na već stečeno znanje. Učenici osvijeste problem i u slobodnoj raspravi koju podupire učitelj/nastavnik opisuju fizičku pojavu, iznose svoje ideje i objašnjenja rješenja problema. Učitelj/nastavnik prati njihovo razmišljanje, potiče ih na raspravu i međusobnu razmjenu ideja i upućuje na isticanje glavnih ideja, pri čemu inicira iskazivanje miskoncepcija.

Nakon iniciranja miskoncepcija, učitelj/nastavnik **fokusira učenike na postavljanje glavnih pretpostavki (konceptualni kontekst)** za rješenje problema. Na početku ove etape učitelj/nastavnik još širi konceptualni kontekst poticanjem učenika na iznošenje novih primjera iz svakidašnjice u kontekstu problema i proširuje ga prema potrebi dodatnim konceptualnim zadacima ili povijesnim podacima o problemu ili pokusima koji smještaju učeničke miskoncepcije u ispravni kontekst i prikazuju fizikalnu pojavu u različitom svjetlu. Pokus i povijesni podatci iz područja fizike mogu biti važni u otkrivanju miskoncepcija te u njihovu sučeljavanju sa znanstvenim koncepcijama, posebice ako su učeničke miskoncepcije u skladu sa znanstvenim koncepcijama u prošlosti. Tijekom te etape nastavnog procesa učitelj/nastavnik će identificirati miskoncepcije učenika koje treba prevladati.

Nastavna metoda razgovora i rasprave između učenika te učenika i učitelja/nastavnika nakon divergentnog razmišljanja o problemu, produbljuje kontekst i konvergira razmišljanje učenika prema definiranju problema i postavljanju predviđanja ili pretpostavki za njegovo rješavanje. Pritom učenike treba navikavati da bilježe svoja pitanja, asocijacije, nejasnoće i vlastite ideje koje će potaknuti raspravu, a važno je njihovo isticanje glavnih predviđanja ili pretpostavki za rješenje problema čime završava ova etapa u procesu konceptualne promjene.

Unutar široko postavljenog konceptualnog konteksta, učitelj/nastavnik izabire pravi trenutak za **provjeru pretpostavki – rješavanje problema (suprotstavljnje znanstvenih ideja i učeničkih miskonceptija)**. Rezultati istraživanja pokazuju da je učeničko istraživanje na temelju pokusa i mjerenja optimalna metoda za provjeru pretpostavki, odnosno suprotstavljnje ideja u procesu konceptualne promjene. Razgovor i rasprava i nadalje je nužna prateća metoda. Postoje i ostale mogućnosti, kao što su demonstracijsko provjeravanje pretpostavki učeničkim sučeljavanjem pretpostavki i ishoda demonstracijskog pokusa ili logično zaključivanje na temelju rasprave o fizičkoj pojavi u sličnim primjerima. Sučeljavanje učeničkih miskonceptija sa znanstvenim koncepcijama izaziva razmišljanje učenika i potiče njihove sposobnosti da iskažu ideje najprije verbalno, a zatim i matematički. Odgovore će dobiti osobnim sudjelovanjem u raspravi, izvođenjem pokusa, mjerenjem i rješavanjem problema.

Zaključak do kojega učenici dođu na temelju potvrđene pretpostavke, uvjerenje je stečeno procesom konceptualne promjene na kojemu počiva **izgradnja i vrednovanje fizikalnog modela (razvoj i primjena novog modela)**. Razvoj novoga učeničkog modela čini učenikovo objašnjenje pojave i povezivanje usvojenih fizičkih koncepata koje se može prikazati u matematičkom obliku kao matematički model. Izgradnja učeničkog modela poželjan je put u razumijevanju koncepata bez obzira na vrstu modela koju je učenik osvijestio ako njime dobro i konzistentno prezentira razumijevanje fizičkog koncepta. Ne postoje dva učenika koja jednako razmišljaju. U skladu s teorijom višestruke inteligencije, različiti učenici različito predstavljaju isti koncept. Jednom će učeniku mentalni model biti vizualna ilustracija, drugom jednadžba, trećem riječi, četvrtom tablice i grafički prikazi..., a svi će izraziti isti koncept.

Učitelj/nastavnik će nakon jedne sekvencije razvoja koncepta kvalitativnim zadacima ispitati jesu li konceptualnom promjenom učenici izgradili znanstveni koncept. Ako većina učenika nije konstruirala koncept, nastojat će na drugom primjeru iz širokog konteksta problema postići konceptualnu promjenu i prevladati miskonceptije učenika. Cijeli proces može se nastaviti na sljedećem problemu, ako je tema složena od nekoliko povezanih problema koji sadržavaju umrežene koncepte u složenije modele fizičkih pojava. Proces učenja završava ponovno verifikacijom, odnosno vrednovanjem jesu li učenici prevladali miskonceptije. Zadaće su učitelja/nastavnika u podupiranju i razvoju učeničke konceptualne promjene:

- otkriti učeničke ideje i razumijevanja pretkonceptije (miskonceptije) povezana s temom (problemom) tijekom razmatranja teme
- usmjeravati učenike prema razumijevanju znanstvenih ideja i modela u kontekstu rješavanja svakodnevnih kvalitativnih problema
- razraditi konceptualnu stazu na svakoj temi kojom putuje zajedno s učenicima do razumijevanja
- omogućiti otvorenu raspravu svih sudionika u nastavi kao podlogu za odluke i zaključke
- omogućiti učeničko istraživanje pojave po mogućnosti pokusima i mjerenjem

– razraditi zadatke za vrednovanje i integrirati ih u proces učenja, posebice tijekom izvođenja pokusa i mjerenja kao potporu napredovanju u učenju.

Učenikova izgradnja osobnog modela omogućuje iskustvo o tome kako se to radi u znanosti. Znatno doprinosi učenikom razumijevanju jest međusobno izlaganje njihovih osobnih modela, pri čemu se otvoreno i kritički raspravlja o prednostima i slabostima modela, uključujući i kritički osvrt učitelja/nastavnika. Pritom se učenici vraćaju na preispitivanje svojih starih modela i traže argumente zašto su loši. To je metakognitivno učenje koje pridonosi dubokom razumijevanju.

Vrednovanje modela koji su izgradili učenici kao dio metodologije njihova istraživanja, ujedno je vrednovanje njihovih ishoda. To je vrednovanje ishoda učenja integrirano u proces učenja i zapravo je učenje vrednovanjem. Izvodi se planiranim pitanjima i zadacima najbolje tijekom samog procesa učenja (izgradnje modela u procesu konceptualne promjene), odnosno tijekom pokusa i mjerenja. Oblikovanje nastavne strategije obuhvaća plan integriranja pitanja i zadataka za vrednovanje procesa učenja, pa se pitanja i zadatci raspoređuju nakon svake sekvencije (koraka) koja završava ostvarenjem nekog ishoda. To omogućuje učitelju/nastavniku intervenciju tijekom nastavnog procesa u nastavnu strategiju, a učeniku samovrednovanje i promjenu pristupa učenju ako rezultati vrednovanja nisu zadovoljavajući. Učitelj/nastavnik prati razvoj i prosuđuje postignuća učenika i može, u skladu s potrebama učenika, mijenjati uvjete i pristupe poučavanja, prilagoditi okruženje za učenje individualnim potrebama učenika i preispitati početni cilj i zadaće. Sastoji li se nastavni proces od nekoliko problema, isti se algoritam ponovno primjenjuje uz primjerenu i raznoliku uporabu nastavnih metoda, postupaka i socioloških oblika rada.

Vrednovanje naučenoga, vrednovanje za učenje i vrednovanje kao učenje, međusobno se dopunjuju u nastavi fizike, svaki sa svojom funkcijom i pravilnom uporabom. Vrednovanje naučenoga prosuđuje učenikova postignuća u odnosu prema odgojno-obrazovnih ishodima i služi, osim za ocjenjivanje učenika, za promjene u nastavnom radu. Vrednovanje za učenje neposredno u učionici podupire učenje. Daje povratnu informaciju učenicima i učiteljima/nastavnicima o ishodima učenja tijekom procesa učenja i omogućuje nastavak izvedbenoga kurikularnoga planiranja, što je ključno za kvalitetno učenje. Vrednovanje kao učenje jest učenje kako učiti te je zapravo učenikovo praćenje vlastita napredovanja i informiranje o budućim ciljevima. Takvo vrednovanje prenosi odgovornost za učenje na učenika i podupire duboko razumijevanje, zahtijevajući od njega metakognitivne procese.

Vrednovanjem se u nastavi fizike procjenjuju postignuća učenika, ne samo radi njihova međusobnoga uspoređivanja ili postavljanja na ljestvicu nego i radi utvrđivanja učenikova kognitivnog razvoja i individualnog spoznajnog puta u učenju fizike. Tada rezultat ispita pokazuje gdje je učenik stvarno stao na svojem spoznajnom putu, odnosno što je naučio i što nije naučio. Cilj je učenika učiniti uspješnim. Vrednovanjem treba obuhvatiti cjelokupnu osposobljenost učenika: znanje, duboko razumijevanje, vještine rješavanja fizičkih problema i istraživanja fizičkih pojava, socijalne vještine i stavove u realnim situacijama.

Ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda iz fizike u 7. razredu osnovne škole

Učenici trebaju, već na početku formalnog učenja fizike, aktivno stjecati znanja, vještine i stavove o znanstvenom promatranju svijeta. To znači ohrabriti ih da postavljaju pitanja i traže odgovore o prirodi, skupljaju podatke i mjere, čine kvalitativna promatranja i raspravljaju o otkrivenom. Najvažnije je da prodru u duh znanosti i zavole takav pristup, a svjesnost o znanstvenom pogledu na svijet doći će kasnije. Učenici uče o prirodi znanosti putem učeničkih istraživanja fizičkih pojava u školi i izvan nje, a istraživanja trebaju biti zanimljiva i uzbudljiva tako da motiviraju na nova istraživanja. Posebno u početku učeničkih istraživanja u nastavi fizike naglasak je na njihovom izražavanju pri opisu i objašnjavanju te na usvajanju temeljnih fizičkih koncepata i rješavanju jednostavnih problema. Učenike se pohvaljuje zbog njihove znatiželje i kreativnosti bez obzira jesu li istraživanja uspjela kako smo planirali. Istodobno treba podržavati vrijednosti timskoga rada i pojedinačnog razmišljanja na putu prema zaključku. S postupnim stjecanjem vještina u istraživanjima učenike se sve više usmjerava na načine međusobne komunikacije i mogućnosti njihova informiranja pomoću literature, posjetom znanstvenim institucijama i pretraživanjem na Internetu.

Učeničko se ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda iz fizike u 7. razredu može započeti otvaranjem problema pokusom širokog konteksta, koji povezuje sve ishode u 7. razredu, pa će ga učenici rješavati, dio po dio, ostvarivanjem pojedinih ishoda istraživanjima tijekom cijele nastavne godine. Svaki će ostvareni ishod tijekom godine činiti dio mozaika, a svi zajedno sve njegove dijelove, kojima će učenik na kraju godine moći izgraditi cjelovitu znanstvenu sliku koja objašnjava na početku postavljeni problem. Na taj će način učenici moći povezati usvojene fizičke koncepte i stečene vještine u sedmom razredu u čvrstu strukturu dubokog razumijevanja.

Na početku je učenja fizike najvažnije učeničko stjecanje proceduralnih vještina „putovanja“ do znanja, posebno vještina istraživanja pojava i rješavanja problema jer će tim mentalnim „alatima“ učiti i usvajati znanja u fizici. Stoga ne treba žaliti potrošeno vrijeme pri ostvarivanju ishoda u sedmom razredu za učeničko stjecanje vještina istraživanja i rješavanja problema te njihovo navikavanje na uporabu tih vještina i načina razmišljanja. Pritom će učenici produbiti svoje već postojeće znanje o nekim njima već poznatim fizičkim konceptima iz nižih razreda i izgraditi nove koncepte iz kurikuluma fizike. Izuzetno je važno učeničko aktivno sudjelovanje u svim etapama procesa istraživanja i rješavanja problema pa svakom učeniku treba omogućiti postizanje razumijevanja fizičkog koncepta putem istraživanja (i mjerenja).

Na početku je, na primjer, pri ostvarivanju prvoga ishoda važno tijekom nastave omogućiti baš svakom učeniku mjerenje duljine brida, površine plohe, volumena i mase tijela različitim mjernim napravama te očekivati od njih iskazivanje rezultata mjerenja neposredno i izračunavanjem,

odnosno iskazivanje vrijednosti izmjerene fizičke veličine. Time učenici u općem smislu usvajaju temeljni znanstveni koncept fizičku veličinu. Nakon toga će istraživanjem pomoću mjerenja i računanja utvrditi fizičke razlike između tijela zbog različitih tvari od kojih su građena i konstruirati model gustoće.

Taj problem i postupak učenicima nije nepoznat jer su već mjerili duljine i izračunavali površine u sklopu matematike i prirode u prethodnim razredima. Međutim, važno je na takvim jednostavnim problemima raspraviti tijek njihova rješavanja istraživanjem i uvježbavati vještine planiranja, izvođenja mjerenja, bilježenja i obrade podataka, interpretacije i vrednovanja rezultata. Nakon postavljanja zadataka (istraživačkih pitanja), a prije nego samostalno započnu mjerenja s učenicima se, u interaktivnom razgovoru i raspravi, razmotri što će mjeriti i kako će to učiniti te kakve rezultate očekuju. Učenički se rad organizira istraživački u grupama ili paru pri čemu učenici samostalno izvode mjerenja, izračunavaju rezultate i postavljaju zaključke, a zatim probleme (zadatke), rezultate istraživanja i postavljanje fizičkog modela raspravljaju i konačno utvrđuju zajednički na razini cijeloga razreda.

Zagreb, 29. srpnja 2019.

Dr. sc. Željko Jakopović

Vrednovanje ostvarenosti odgojno-obrazovnih ishoda

Vrednovanje odgojno-obrazovnih ishoda odražava ostvarenje ciljeva učenja i poučavanja Fizike. Vrednovanje podrazumijeva sustavno prikupljanje podataka o napredovanju učenika tijekom učenja i poučavanja, a ostvaruje se praćenjem, provjeravanjem i ocjenjivanjem. Ono uključuje i samoprocjenu učenika o osobnom napretku tijekom procesa učenja i poučavanja. Cilj i svrha vrednovanja prije svega je unapređenje procesa učenja i napredovanja učenika te je sastavni dio planiranja učenja i poučavanja.

Metode i tehnike kojima se učitelj može koristiti pri učenju i poučavanju Fizike za vrednovanje su: praćenje aktivnosti učenika tijekom individualnog rada, rada u skupini, poticanje rasprave, praćenje i provjeravanje prezentacija rezultata rada, provjeravanje školskih i domaćih uradaka, aktivno korištenje ciljanih pitanja, kartica, radnih mapa, aktivno korištenje mrežnih platformi za kreiranje kvizova, uporaba pisanih provjera, usmenog provjeravanja i slično. Umjesto usmenog provjeravanja preporučuje se kontinuirano praćenje učeničkih odgovora kroz interaktivan, istraživački usmjeren proces učenja i poučavanja.

Vrednovanje kao učenje, za učenje i naučenoga

Poglavlje Vrednovanje ostvarenosti odgojno-obrazovnih ishoda u predmetnome kurikulumu sadržava informacije:

- što se vrednuje u predmetnome kurikulumu (koji su elementi vrednovanja)
- koji su preporučeni pristupi te metode i tehnike vrednovanja ostvarenosti odgojno-obrazovnih ishoda u predmetnome kurikulumu
- kako se određuje zaključna ocjena u predmetnome kurikulumu.

S ciljem unapređenja učenja provode se tri pristupa vrednovanju:

- vrednovanja za učenje
- vrednovanje kao učenje
- vrednovanja naučenoga u kontekstu predmeta, odnosno njegovih pojedinih elemenata vrednovanja.

Učitelji imaju autonomiju i odgovornost izabrati najprikladnije metode i tehnike vrednovanja unutar pojedinih pristupa vrednovanju (ovisno o specifičnostima učenika i škole te određenim situacijskim čimbenicima). U ovom poglavlju daju se okvirne smjernice i preporuke o metodama i tehnikama koje su posebno pogodne za vrednovanje odgojno-obrazovnih ishoda u predmetnome kurikulumu. Preporučene metode i tehnike trebaju omogućiti procjenjivanje ostvarenosti odgojno-obrazovnih ishoda na temelju utvrđenih različitih razina ostvarenosti. Učenicima kod kojih su opažena odstupanja u ostvarivanju odgojno-obrazovnih ishoda, potrebno je pružiti odgovarajuću odgojno-obrazovnu podršku radi zadovoljavanja njihovih odgojno-obrazovnih potreba.

Vrednovanje za učenje sastoji se od niza aktivnosti kojima je svrha praćenje rada i napredovanja svakoga učenika (formativno vrednovanje). Vrednovanje za učenje integrirano je u proces učenja i poučavanja. Pritom se prepoznaju inicijalne učenikove koncepcije, prati njegovo konstruiranje koncepata i modela u fizici, a sve radi napredovanja učenika u ostvarenju zadanih ishoda.

Kontinuirano praćenje rada učenika omogućuje pravovremeno poduzimanje potrebnih mjera kako bi svaki učenik postigao optimalne rezultate. Učestalim povratnim informacijama o svome radu i napredovanju učenici mogu aktivno sudjelovati i kreirati svoj put do željenih razina postignuća.

Vrednovanje kao učenje temelji se na ideji da učenici tijekom vrednovanja uče, što nužno podrazumijeva aktivno uključivanje učenika u proces vrednovanja. Pritom učenici razvijaju metakognitivnu svijest o procesu učenja koja omogućuje samoregulaciju učenja. U procesu samoregulacije učenja razvija se samostalnost, samopouzdanje i odgovornost, što su neki od ciljevi učenja i poučavanja Fizike.

Metode kojima se provodi vrednovanje kao učenje su sljedeće: samoanaliza, samovrednovanje i postupci kojima razredni kolege vrednuju rad skupine ili para.

Vrednovanje naučenoga podrazumijeva procjenu razine usvojenosti znanja, vještina i vrijednosti na kraju određenoga obrazovnog razdoblja u odnosu na predmetnim kurikulumom definirane odgojno-obrazovne ishode (sumativno vrednovanje). Kriteriji vrednovanja učeničkih postignuća temelje se na razinama ostvarenosti ishoda postavljenima u kurikulumu nastavnoga predmeta Fizika. Kriterijima se određuje što svaki učenik mora znati i moći učiniti za pojedinu ocjenu te što učenici trebaju pokazati kako bi mogli prijeći u viši razred ili na višu obrazovnu razinu. Kriterijsko vrednovanje omogućuje usuglašavanje kriterija ocjenjivanja, čime se povećava objektivnost ocjenjivanja na nacionalnoj razini.

Vrednovanje naučenoga ima svrhu uvida u ostvarenje razina ostvarenosti znanja, vještina i stavova nakon učenja nastavne cjeline, više cjelina ili pri završetku nastavne godine. Planirano ga provodi učitelj, najčešće usmenim i pisanim provjerama i pisanim ispitima.

Dakle, vrednovanje za učenje i vrednovanje kao učenje su formativna vrednovanja, usmjerena na poticanje učeničkog napredovanja tijekom procesa učenja. U pravilu se ne ocjenjuju, no mogu rezultirati ocjenom u poticajnom smislu.

Vrednovanje naučenoga je sumativno i uvijek završava ocjenom.

Elementi su vrednovanja u nastavnom predmetu Fizika:

A) **ZNANJE I VJEŠTINE** – vrednuje se učenikovo poznavanje, opisivanje i razumijevanje fizičkih koncepata te njihovo povezivanje i primjena u objašnjavanju fizičkih pojava, zakona i teorija. To uključuje logičko povezivanje i zaključivanje u tumačenju raznih reprezentacija poput dijagrama,

grafičkih prikaza, jednadžbi, skica i slično, uzimajući u obzir značajke znanstvenog stila izražavanja kao što su racionalnost, konciznost i objektivnost. Ostvaruje se formativno ili sumativno, usmeno ili pisano.

B) KONCEPTUALNI I NUMERIČKI ZADACI – vrednuje se učenikova sposobnost primjene fizičkih koncepata u rješavanju svih tipova zadataka. Vrednuje se i kreativnost u rješavanju te sposobnost kritičkog osvrta na rješenja. Također se prati i vrednuje učenikov napredak u strategiji rješavanja zadataka. Ta strategija podrazumijeva korištenje određenih procedura i metakognicije u specifičnom fizičkom kontekstu čime se posredno vrednuje i usvojenost elementa pod A.

Ostvaruje se formativno ili sumativno, pisano ili usmeno. Pisani ispit treba sastavljati od ravnomjerno zastupljenih konceptualnih i numeričkih zadataka različite složenosti.

C) ISTRAŽIVANJE FIZIČKIH POJAVA – vrednuje se kontinuiranim praćenjem učenikove aktivnosti u istraživački usmjerenom učenju i poučavanju. Vrednovanje uključuje kontinuirano praćenje i pregledavanje učenikovih zapisa eksperimentalnog rada (npr. bilježnica, portfolija) te praćenje i bilježenje učenikovih postignuća. Nadalje, vrednuju se eksperimentalne vještine, obrada i prikaz podataka, donošenje zaključaka na temelju podataka, doprinos timskom radu pri izvođenju pokusa u skupinama, doprinos istraživanju i raspravi koji se provode frontalno, sustavnost i potpunost u opisu pokusa i zapisu vlastitih pretpostavka, opažanja i zaključaka, kreativnost u osmišljavanju novih pokusa te generiranju i testiranju hipoteza.

Elementi vrednovanja pod A, B i C vrednuju se ocjenama od 1 do 5. **Doprinos elementa A, B i C u zaključnoj ocjeni u jednakim je postotcima.**

Učitelj opisno procjenjuje i sljedeća tri elementa temeljnih kompetencija:

- odgovornost (ispunjava svoje obveze i izvršava zadatke, zadaće i radove u skladu s dogovorom; poštuje rokove; preuzima odgovornost za vlastito učenje i ponašanje u školskome okružju; ulaže trud i ustraje u učenju i radu)
- samoinicijativnost i samoregulacija (samostalno uči; rješava zadatke i izvršava aktivnosti; ispunjava obveze uz minimalne poticaje učitelja; iskorištava vrijeme na satu za rad i učenje; planira, prati i regulira vlastito učenje)
- komunikacija i suradnja (uspješno komunicira i surađuje s drugim učenicima i učiteljem).

Važno je da učitelj vrednuje postignuće učenika po svim elementima vrednovanja, različitim metodama kontinuirano tijekom nastavne godine kako bi njegova procjena bila što pouzdanija i realnija. Vrednovanje povremeno završava ocjenom (ovisno o pristupu vrednovanju). Na temelju prikupljenih i dokumentiranih informacija učitelj donosi odluku o zaključnoj ocjeni na kraju nastavne godine.

Zaključna ocjena ne mora biti aritmetička sredina pojedinačnih ocjena dodijeljenih tijekom nastavne godine.

U nastavnom predmetu Fizika svi elementi vrednovanja su jednakovrijedni pri donošenju zaključne ocjene.

Izveščivanje

Izveščivanje je informiranje o postignućima i napretku učenika, može biti formalno (izvješće o praćenju, dodatak svjedodžbi, napomena u svjedodžbi, podatci i bilješke u e-Matici) i neformalno (razgovori i razmjena informacija između različitih subjekata u radu s darovitima, npr. mentora i roditelja).

U okviru kurikularnoga sustava izveščivanje o ostvarenim odgojno-obrazovnim ishodima dobiva drugačiji oblik i svrhu.

Kroz kvalitativne osvrte učitelja nastoji se kvalitetnije i detaljnije opisati ukupnost i kvaliteta postignuća učenika u određenome obrazovnom razdoblju. Ti kvalitativni osvrti trebaju dati točan, konkretan i specifičan opis učenikovih dosadašnjih rezultata i napredovanja u pojedinim predmetima, u odnosu na postavljena očekivanja definirana kurikularnim dokumentima.

Kao brojčani pokazatelj razine ostvarenosti odgojno-obrazovnih ishoda definiranih kurikulumom zadržava se ljestvica školskih ocjena od pet stupnjeva. Kao i dosad, zaključna se ocjena izriče brojkom i riječju (nedovoljan – 1, dovoljan – 2, dobar – 3, vrlo dobar – 4, izvrstan – 5).

Vrednovanje učeničkih postignuća sastavni je dio procesa učenja i poučavanja te treba biti planirano tako da pruži učenicima kontinuiranu, kvalitetnu povratnu informaciju koja će imati motivirajući učinak te omogućiti napredak u učenju.

Više je razloga zašto je vrednovanje najizazovniji dio odgojno-obrazovnoga procesa:

- učenici većinom uče da bi položili pisani ispit i u pravilu malo nauče izvan konteksta zadatka,
- u razredima s velikim brojem učenika puno sadržaja koju treba obraditi ostavlja malo vremena za kontinuirano praćenje i kvalitetno, tj. objektivno vrednovanje svakoga učenika,
- tradicionalne metode vrednovanja često nisu dostatne da bi se procijenile kompetencije koje nisu isključivo povezane s kognitivnom domenom ili da bi se vrednovalo postignuće onih učenika koji imaju različit stil učenja od uobičajenoga pasivnog auditivnog stila.

S obzirom da različiti pristupi i metode vrednovanja dopuštaju da učenici pokažu što znaju, razumiju i mogu učiniti te da bi vrednovanje odrazilo ciljeve nastavnoga predmeta Fizika, osim vrednovanja naučenoga primjenjuju se i pristupi vrednovanja za učenje i vrednovanja kao učenje.

Metode vrednovanja naučenoga su sljedeće: usmena i pisana provjera, vrednovanje praktičnoga i/ili projektnoga rada, laboratorijski izvještaj i dr.

Vrednovanje naučenoga provodi i osmišljava učitelj, a osim toga unutarnjeg vrednovanja može se provoditi hibridno i vanjsko vrednovanje. Vanjsko vrednovanje provodi se u obliku ispita

državne mature, a hibridno vrednovanje predstavlja spoj unutarnjega i vanjskoga vrednovanja u kojemu ispitni centar sastavlja sadržajno i metodološki provjerene zadatke, a učitelj se njima koristi i dobiva konkretne povratne informacije o rezultatu svojih učenika. Tim se rezultatima može koristiti za praćenje učenika (bilježeći ocjenu ili napomenu u bilješkama).

Vrednovanje naučenoga kao ishod ima brojčanu oznaku (ocjenu).

Brojčane i opisne ocjene dobivene vrednovanjem za učenje i samovrednovanjem mogu se unositi u bilješke o radu i napredovanju učenika. Zaključna ocjena treba odražavati ono što je učenik dominantno pokazao u vrednovanju naučenoga u pojedinim elementima, ali i znanja i vještine procijenjene u vrednovanju kao učenje i za učenje.

Suvremeni pristup učenju i nastavi fizike

(Ivica Buljan)

Fizika u nastavi, u svijetu i u nas, imala je enciklopedijsko obilježje. Bila je zatvorena u određeni sustav fizikalnih znanja, koja su bila ugrađivana u nastavne programe kao cjeloviti, zatvoreni sustav.

Znanja su smatrana konačnim i trajnim istinama koje jedva podliježu nekom razvoju i promjenama, bez isticanja problema i dvojbi pa su je učenici smatrali nezanimljivom, teškom, apstraktnom i nepovezanom sa stvarnošću. Prevladavanje takve nastave fizike krizno je razdoblje od polovice 20. st. i takva se nastava u većoj ili manjoj mjeri napustila. Jedan od najvećih razloga za napuštanje paradigme „skupljanja enciklopedijskog znanja“ jest taj što se znanje eksponencijalno povećava tijekom vremena i realno nije moguće očekivati od mladih ljudi „bubanje“ pregršt nepotrebnih činjenica, a s druge strane lako dostupnih putem elektroničkih medija. S tim u vezi prioritet je razvijati logičko razmišljanje, kritičko mišljenje i stvaralaštvo mladih ljudi.

U fizici je novost to što se manje poštuje tradicionalna klasifikacija fizikalnih znanja, a nastavni se sadržaji tematski strukturiraju i osuvremenjuju *spoznajama fizike 21. stoljeća*. Jednaka se važnost pridaje i razvoju shvaćanja *o procesu učenja*.

Sposobnost logičnoga apstraktnog mišljenja počinje se razvijati od učenikove dvanaeste godine, a to je doba u kojemu se počinje učiti fizika. Učenici polako prevladavaju razinu konkretnih misaonih operacija i počinju stjecati sposobnosti za formalne misaone operacije kao što su:

- reduciranje,
- apstrahiranje,
- pretpostavljanje,
- modeliranje,
- uopćavanje
- i deduciranje.

U procesu učenja rješavanje problema ključno je za razvoj mišljenja.

A što je problem?

Problem je svaka situacija u kojoj ne možemo automatski reagirati na osnovi svoje zalihe znanja.

Rješava se misaonim operacijama, a ne na temelju naučenih tehnika.

Očito postoji uska veza između mišljenja, izričaja i rješavanja problema. Nakon radova J. Piageta prihvaćena je ideja o misaonom konstruiranju pojmova, modela i odgovarajućeg izričaja kojim učenik postupno prevladava osjetilno iskustvo. Piagetove konstruktivističke ideje u psihologiji u

nastavi fizike i prirodoslovlja utemeljuju konstruktivizam. Taj se pokret zalaže za „potpunu i samostalnu spoznaju učenika u komunikacijskome procesu interaktivne nastave”.

S toga stajališta učenik nije pasivan motritelj i primatelj znanja, nego njegov stvaratelj. Takvo shvaćanje neizbježno vodi prihvaćanju nastave s ravnopravnim sudionicima, nastavnikom kao organizatorom i učenicima kao subjektima. Učenje se tretira kao konstrukcija, a dijaloška se komunikacija pojavljuje kao funkcija jezika.

Problemska nastava polazi od činjenice da je učenik radoznao te da se stvaralački i istraživački odziva na sve pobude koje dolaze iz okoline. Osim toga, učenika odlikuje težnja da ostvari određene ciljeve. Uloga učitelja u takvoj nastavi jest da *motivira* i *vodi* učenika prema aktivnostima koje pridonose **stjecanju znanja, sposobnosti i društvenih vrijednosti**. Prirodno je da udžbenik sugerira kako izvoditi takvu nastavu.

Treba pomno birati one sadržaje i metode koje omogućuju spoznaju i kao doživljaj i kao proces stjecanja znanja.

U prirodnim znanostima u tim nastojanjima bitnu ulogu ima **pokus** i zato se svi projekti za nastavu fizike temelje na **učničkom pokusu**.

Pokusom otvaramo probleme, istražujemo odnose među fizičkim veličinama da bi konstruirali pojmove i zakonitosti te provjeravali nalaze i modele.

Nastava, koja se temelji na *osobnom promatranju i pokusima* motivira učenike na rad i učenje. Pritom temeljnu ulogu ima **međusobna komunikacija** učenika i **komunikacija** s učiteljem.

Organiziranje komunikacijskoga procesa učenja i nastave, u kojoj učenik, rješavajući probleme, konstruira znanje, i uzimanje u obzir psihomotoričkih sposobnosti te dovođenje u sklad spoznajne i osjećajne dimenzije učenja, najvažnije su odrednice uspješne nastave fizike.

U problemskoj nastavi dolazi do izražaja **divergentno mišljenje** koje protječe različitim smjerovima, katkad ispitujući, a kadšto tragajući za različitostima.

Divergentno je mišljenje sastavni dio rješavanja problema i provodi se u poznatim etapama:

- uočavanje i definiranje problema,
- razjašnjavanje problema,
- kreiranje pretpostavki uz modificiranje,
- korigiranje i procjenjivanje njihovih implikacija,
- konstruiranje modela,
- verifikacija modela na srodnim fenomenima,
- prerastanje modela u teoriju i vrjednovanje.

Da je učenik postigao razinu formalnog mišljenja uočavamo po tome što:

- misaono nadilazi pokus,
- kombinatorički misli,
- izvodi tvrdnje i interpretira funkcionalne odnose u matematičkom obliku,
- spoznaje potrebu za pokusom u kojem se pri istraživanju jedne varijable kontroliraju sve ostale,
- kritički razmišlja i provjerava valjanost zaključaka tragajući za proturječnostima s obzirom na druge poznate informacije,
- sposoban je planirati i samostalno provesti dulji postupak.

Odlike su, dakle, apstraktnog ili formalnog mišljenja:

- deduciranje,
- kontroliranje i reduciranje varijabli,
- uočavanje proporcionalnosti među njima,
- pretpostavljanje i
- modeliranje.

Osobito je važno da se sadržaji ponude najprije na razini konkretnog mišljenja učenika. Ishodište za to su aktivnosti koje su vezane za osjetilna zapažanja u vezi s predmetima i pojavama.

U daljnjem misaonom razvoju mišljenje se postupno oslobađa povezanosti s određenim objektima i slijede unutarnje, mentalne aktivnosti koje vode spoznaji. Misaono se nadilazi pokus i osposobljava se za apstraktnije, formalno mišljenje.

Ako se ne poštuje taj postupni prijelaz, već se naglo prelazi na primjenu matematičkog aparata, stvaraju se neprobojne, odbojne barijere za učenikovu spoznaju.

Učenik ne će moći razviti formalni način mišljenja i ne će razumjeti sadržaj. U najboljem slučaju, uz veliki trud, učenik će postići zna nje na razini reprodukcije, bez razumijevanja.

Imajući to na umu, gdje je god na toj razini obrazovanja moguće, treba poći od učeničkog pokusa.

Nastava koja motivira učenika, omogućuje stjecanje znanja i razvijanje misaonih aktivnosti, usmjerena je na problemsku nastavu.

O nastavi i kako je izvoditi

O učeniku

Nastava je uspješna kada učitelj ne „predaje”, nego organizira i vodi učeničke aktivnosti. Psiholozi ističu da se učenici najbolje intelektualno razvijaju ako se pri susretu s novim sadržajima dovode u problemske situacije. Proces „otkrivanja” nepoznatoga istovjetan je procesu učenikova usvajanja novih znanja. **Uloga je učitelja uputiti učenika kako bi otkrivao i učio sam.**

U problemski usmjerenoj nastavi učenik ima dominantnu ulogu jer u interakciji **učitelj – učenik i učenik – učenik** učenik **sam spoznaje** i „zarađuje” svoje znanje.

Problemske situacije učenici rješavaju postupcima sličnima onima u znanosti kao što su:

- promatranje,
- zapažanje,
- postavljanje problema,
- postavljanje hipoteze,
- kreiranje eksperimenta,
- skupljanje podataka,
- analiza podataka,
- model rješenja,
- verifikacija modela.

Sve su to misaoni procesi koje pritom razvijamo, a koje možemo nazvati stvaralačkim mišljenjem.

Stvaralačko je mišljenje usmjereno k sintezi za razliku od reproduktivnog mišljenja, koje se razvija u tradicionalnoj nastavi, a koje je usmjereno analiziranju, pamćenju i reprodukciji.

U problemski usmjerenoj nastavi učenik **uči na nastavi**.

Takvom nastavom postićemo da učenik ne spoznaje samo logičnu strukturu znanja, koju nazivamo fizikom, nego i **proces** kojim se znanje stječe. Osigurava se viša razina znanja, što znači da učenik ono što uči i **razumije**. Ujedno ostvarujemo i postavljeni cilj – intelektualni razvoj.

Kognitivna koncepcija znanja pa i učenja, smatra da je učenje aktivan proces usmjeren razvijanju intelektualnih sposobnosti, tj. stjecanju znanja općih vrijednosti. Koliko će pojedinac naučiti, ovisi o aktivnostima u koje je uključen.

O učitelju

Učenje, kao aktivan proces, traži promjenu u shvaćanju teze *dobar učitelj*.

Dobar učitelj *više nije onaj koji može što bolje i razumljivije prenijeti učenicima određeno znanje.*

Danas je osnovni zadatak dobrog učitelja da *uključi učenike u aktivnosti* u kojima će **sami stjecati znanje**. Pri tome ne treba dati previše zahtjeva učeniku koji se muči s razumijevanjem temeljnih pojmova, niti premalo onome koji brzo zaključuje jer već posjeduje temeljna znanja. Iako se nama neki sadržaji mogu činiti trivijalnim, učeniku koji ne zna automatski pretvarati mjerne jedinice oni su problem. Probleme treba shvaćati kao one nejasne situacije s kojima se učenici s različitim predznanjima susreću, a ne samo kao one situacije koje iziskuju npr. izvedbu pokusa ili istraživanje.

Uz pokus, **rasprava** je najčešća metoda u problemski usmjerenoj nastavi. U raspravi, koja se razvije tijekom rješavanja problema, učitelj poticajnim pitanjima pobuđuje učenike na razmišljanje, ali djeluje suzdržano i izbjegava nametati vlastite ideje. Pitanjima pobuđuje učenike da misle kombinirano; divergentno i konvergentno. Oba su načina mišljenja nužna jer se dopunjuju.

Divergentna pitanja postavljamo kako bi učenici misaono tragali u različitim smjerovima i kako bi tako otkrili traženo rješenje. Svaki pokušaj ne mora bi ti točan i siguran. Treba poduprijeti sve što se nameće spontano, prihvatiti misli i tvrdnje učenika, a ne nijekati ni blokirati putove njihova razmišljanja. Bit će i pogrešnih zamisli, koje će učenici razotkriti istraživanjem ili na koje ćemo u krajnjoj mjeri mi upozoriti i pojasniti koje su ispravne.

Konvergentnim pitanjima koristimo kako bismo spriječili razmišljanje i raspravu koja teče u nepoželjnom smjeru.

Pitanja za raspravu planiraju se unaprijed, ali ona nastaju i spontano, tijekom razgovora s učenicima. No ako ih unaprijed planiramo, razvit ćemo vlastitu sposobnost da s lakoćom pronalazimo prava pitanja tijekom nastave. Osim toga, razmišljajući o pitanjima, produbljujemo i obradbu nastavnih sadržaja. Time jačamo vlastiti osjećaj sigurnosti, a on nam je potreban u razgovorima i raspravama na koje moramo spontano reagirati.

Problemski usmjerena nastava i postupak otkrivanja zahtijevaju od učitelja prilagođavanje razrednim situacijama.

Ako je učitelj pripremio pitanja, mora biti spreman odustati od njih i oblikovati nova, ovisno o razgovoru i raspravi u razredu. Pripravniku nije lako kreirati pitanja spontano i neplanski. Stoga se treba više pripremati koja i kakva pitanja postaviti u kojoj situaciji. Međutim, nastavničkim iskustvom postajemo sigurniji postaviti pravo pitanje u pravom trenutku. Ne zaboravimo da je preduvjet izvrsne nastave izvrstan odnos učenik-učitelj koji se temelji na dvosmjernoj komunikaciji. Učitelj treba poticati i biti spreman na pregršt učeničkih pitanja koja učeniku dolaze tijekom učenja i istraživanja. Vrhunac učiteljskog poziva je dovesti učenika potpitanjima do samospoznaje. Učenik koji sam shvati nejasno postaje ponosniji mladi čovjek.

Učitelj lakše pronalazi i postavlja pitanja ako ima na umu:

- cilj i zadatke koje želi ostvariti,
- kritičke misaone procese fizikalnog mišljenja,
- empirijsko-znanstveni jezik koji nastoji upotrijebiti,

- odgovore koje očekuje.

Učitelj treba biti strpljiv i učenicima dati dovoljno vremena za odgovor. Učenicima odgovara da ih učitelj ne požuruje. To je osobito važno kad učenici nisu sigurni kakav pokus izvesti da bi saznali ono što žele ili kakve zaključke mogu izvesti iz danih podataka. Upravo zato nastava treba biti višeslojna kako bi svaki učenik postigao svoj maksimum!

Vrijeme za odgovore je važno jer odgovori u otkrivanju i rješavanju problema nisu pripremljeni, ni naučeni. Njih treba kreirati i o njima razmišljati.

O raspravi

Vješto složenim **slijedom pitanja učitelj pomaže učeniku da otkriva, ali ga pritom ostavlja da samostalno razmišlja, pita i uči**, ne uskraćujući mu radost spoznavanja.

Pazeći na sve učenike, učitelj im pomaže tako što svoja pitanja prilagođuje njihovim osobitostima i nastaloj situaciji. To zahtijeva osobitu budnost i sposobnost voditelja nastave.

Rasprava o pitanjima i potpitanjima, kao dvosmjerna komunikacija, sastavni je dio otkrivanja.

Ona može početi čim se postavi problem. Njome se učenici potiču da pretpostavljaju, konstruiraju model, a raspravom se i usmeno rezimira ono što je bio problem:

- Koje ste hipoteze postavili?
- Koja je bila najbolja?
- Zašto?
- Je li zaključak ispravan ili pogrešan?

Rasprava koja počinje ili završava pokusom pobuđuje pozornost. Stvara se afirmativno ozračje koje učenike potiče na misaonu aktivnost. To učitelj podupire **pozitivnim iskazima**:

- Dobro misliš.
- Tko će odgovoriti na pitanje?
- Imaš li ideju? To je dobra zamisao...

Nikada ne treba podcjenjivati učenikove zamisli, a ni požurivati raspravu.

Pozorno ćemo saslušati i učenike koji se teže izražavaju da ih ne bismo obeshrabrili. No, treba poticati sve učenike da se uključe u raspravu. Valja se prisjetiti prijašnjega mišljenja učenika i uvrstiti ga u objašnjenje. Možemo uputiti učenike da tijekom rasprave bilježe ono što smatraju važnim. Učitelj ne smije biti autoritaran u razgovoru i u raspravama, a ne smije dopustiti da se misli u raspravi kreću i razmjenjuju u „ping-pong” situacijama. Treba izbjegavati i atomiziranje nastavnog sadržaja da bi se očuvala njegova cjelovitost. Cjelovita spoznaja sadržaja ima odgojno-obrazovnu težinu!

Takav način vođenja rasprave **učitelj – učenik** i **učenik – učenik**, uz potrebnu suzdržanost učitelja, ilustrira rješavanje određene problemske situacije. Opisana nastavna strategija dobra je za razrede sastavljene pod jednako od uspješnijih i manje uspješnih učenika.

O pokusu

Pokusi su sastavni dio teksta udžbenika i radne bilježnice. To su:

- demonstracijski i
- učenički istraživački pokusi.

Demonstracijskim se pokusom najčešće utvrđuje problem koji treba riješiti. Tada pripreme izvodi sam učitelj. Izvodimo ga i kada je oprema za pokus složena i skupa pa je ne možemo ponuditi učenicima za skupni rad. Učenički istraživački pokusi imaju važnu ulogu.

Svi učenici pokusom proučavaju i istražuju isti sadržaj, za razliku od laboratorijskih vježbi, kada istodobno rade na različitim sadržajima koje su već upoznali i usvojili.

Otvora se rasprava i traže pretpostavke kako riješiti problem. Pritom na stojimo da učenici **sučeljuju svoja mišljenja**. Iznose se različite pretpostavke, pri čemu je važno da učenici kažu, kako bi provjerili svoju zamisao.

Odabire se najvjerojatnija pretpostavka i raspravlja se o njezinoj eksperimentalnoj provjeri. Važno je da učenici samostalno kreiraju pokus, kažu kako će ga izvesti i kakav rezultat očekuju. *Ta se rasprava vodi bez obzira na to hoće li se izvoditi demonstracijski ili učenički pokus.*

U raspravi prije izvođenja pokusa svakom učeniku treba biti jasno:

- zašto izvodi pokus,
- što želi pokusom saznati,
- koje podatke treba skupiti,

a da mu pritom krajnji rezultat ispitivanja još nije poznat.

Da bi iz pokusa mogao nešto zaključiti, učenik mora znati zašto ga izvodi i što hoće doznati. Usto, ako sudjeluje u kreiranju eksperimenta, on će prije njegova izvođenja bolje razumjeti što želi saznati, kojim postupkom i koje podatke treba skupiti. Valja reći da razvijamo njegovu maštu i kreativnost potičući ga da kreira pokus. Tek nakon toga učenike možemo uputiti na tekst u udžbeniku koji se odnosi na pokus.

Upute uz pokus su kratke. Iz njih se doznaje **što** treba raditi, a ne **kako**. Učenicima time ostavljamo slobodu da sami odluče kako će provoditi pokus da dođu do traženih podataka.

Na pitanja u udžbeniku nakon pokusa učenici će samostalno odgovarati. Odgovori ih vode prema rješenju problema postavljenog na početku. Naravno, o odgovorima na ta pitanja treba također raspravljati da bismo rezimirali istraživani sadržaj i postigli cjelovitu spoznaju.

Da bi pokus doista bio izvor za formiranje pojma, zakona ili teorije, bitno je raspravljati i **prije** i **nakon** izvedenog pokusa kada se izvode zaključci jer učenik ne će automatski nešto naučiti zato što izvodi pokus, čak ni kada dobije vrlo dobre rezultate.

Što postićemo pokusom

- Pokusom učenike dovodimo u situacije da na osnovi predznanja pokušaju objasniti ono što vide u pokusu. Čineći to, učenici stječu iskustvo potrebno za intelektualni razvoj.
- Učenike dovodimo u situacije da na osnovi svojega životnog iskustva i predznanja pretpostavljaju i te pretpostavke pokušaju do kazati, tj. osmisлити eksperiment koji će potvrditi ili oboriti njihove pretpostavke. Tim postupkom učenik stječe iskustva u hipotetičko-deduktivnom mišljenju.
- Kada je pokus izvor informacija, učenik ga izvodi i mjerenjem prikuplja podatke s kojima objašnjava funkcionalne odnose dviju ili više ovisnih veličina. Taj je postupak bogat uvjetima za razvoj apstraktnog mišljenja.

Svaki, pa i najjednostavniji, pokus važan je spoznajni pomak u kojem učitelj vješto misaono vodi učenike da shvate neki pojam, zakon ili teoriju.

To učenicima pomaže da postupno počnu misliti formalno. Želimo li u tome uspjeti, oprema kojom učenici izvode pokuse treba biti što jednostavnija.

Zato smo u udžbeniku i radnoj bilježnici predložili pokuse koji se mogu izvesti jednostavnom i dostupnom opremom, a osmislili smo i kutiju POKUSI FIZIKA 7 s radnim listovima i priborom uz pomoć kojeg svaki učenik može samostalno istraživati.